

## AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego pt.  
"Termomodernizacja budynku mieszkalnego wielorodzinnego  
w Gliwicach przy ul. Wróblewskiego 31"

<b>Adres budynku:</b>	<i>ulica:</i> Wróblewskiego 31 <i>kod:</i> 44-100 <i>mięscowość:</i> Gliwice <i>powiat:</i> gliwicki <i>województwo:</i> ślaskie
<b>Wykonawca audytu:</b>	<i>imię i nazwisko :</i> Maciej Muzyczuk <i>tytuł zawodowy:</i> mgr inż., audytor energetyczny członek ZAE nr 1761 <i>nr opracowania</i> 4/04/2019

mgr inż. Maciej Muzyczuk  
audytor energetyczny  
członek ZAE nr 1761  
nr wpisu do rejestru 9901

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku				
1.	Dane identyfikacyjne budynku      Budynek mieszkalny wielorodzinny przy ul. Wróblewskiego 31 w Gliwicach			
1.1	Rodzaj budynku	Budynek mieszkalny wielorodzinny	1.2.	Rok budowy
				1905
1.3.	Inwestor:	Zarząd Budynków Miejskich II Towarzystwo Budownictwa Społecznego Sp. z o.o. w Gliwicach ul. Warszawska 35b 44-100 Gliwice	1.4. Adres budynku	
	Adres koresp.:	Zarząd Budynków Miejskich II Towarzystwo Budownictwa Społecznego Sp. z o.o. w Gliwicach ul. Warszawska 35b 44-100 Gliwice	ul. Wróblewskiego 31 Kod 44-100 Gliwice powiat gliwicki woj. śląskie	
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:				
Biuro Doradcze "ALTIMA" s.c. P. Syrek i M. Grabowska 40-599 Katowice, ul. Żeliwna 38 REGON: 240050673 NIP: 6452361107				
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis				
mgr inż. Maciej Muzyczuk, 8052202792, 43-100 Tychy, ul. Rolna 44/3 Ukończone studia podyplomowe "Audyty energetyczny w budownictwie na potrzeby termomodernizacji oraz oceny energetycznej budynków" Członek ZAE nr 1761; uprawniony do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej - nr wpisu do rejestru 9901; Weryfikator standardów energetycznych budynków programu NF (nr W017); certyfikowany audytor/ekspert ds. energetycznych programu NF (PolSEFF2, nr W010); Autoryzowany certyfikator energetyczny SCiAE.				
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje				
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)	
1				
2				
3				
5. Miejscowość    Tychy		Data wykonania opracowania	25.04.2019	
6. Spis treści				
1. Strona tytułowa.				
2. Karta audytu energetycznego.				
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku.				
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku.				
5. Ocena stanu technicznego budynku.				
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych.				
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.				
8. Opis wariantu optymalnego.				

mgr inż. Maciej Muzyczuk  
audytor/certyfikator energetyczny  
nr wpisu do rejestru 9901

## 2. Karta audytu energetycznego budynku \*)

Dla całego budynku

Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	2 + poddasze ogrzewane (mieszkanie) i piwnice nieogrzewane	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	441	
4.	Powierzchnia budynku netto [m <sup>2</sup> ]	163,41	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	163,41	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	-	
7.	Liczba mieszkańców	3	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	3	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	miejscowo, podgrzewacze gazowe	sieć miejska
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	indywidualnie - piece węglowe i gazowe	sieć miejska
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,70	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m <sup>2</sup> K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1a	Ściany zewnętrzne	1,43	0,22
2	Dach	2,13	0,17
3	Strop nad piwnicą	1,16	0,24
4	Podłoga w piwnicy	0,39	0,39
5a	Okna zewnętrzne nowe	1,90	1,90
5b	Okna zewnętrzne stare	3,60	0,90
5c	Drzwi zewnętrzne nowe	2,60	2,60
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,65	0,98
2.	Sprawność przesyłania	1,00	0,90
3.	Sprawność regulacji	0,70	0,89
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,91	0,98
2.	Sprawność przesyłania	0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,93	0,93
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanaly	okna/kanaly
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]	268	268
4.	Liczba wymian [1/h]	0,61	0,61
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	22,26	7,45
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	4,90	4,90
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	183,52	48,00
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	403,34	58,09
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	24,18	22,33

6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m <sup>2</sup> rok]	311,99	81,60
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m <sup>2</sup> rok]	685,69	98,76
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00
<b>6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>			
1.	Koszt za 1 GJ energii na ogrzewanie **) [zł]	32,0	45,0
2.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł]	0	0
3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> wody użytkowej **) [zł]	32,70	18,53
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc ***) [zł]	-	-
5.	Opłata za ogrzanie 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	8,17	2,70
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł]	0,0	0,0
6.	Inne [zł]	0,0	0,0
<b>7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana suma kredytu [zł]		139 512,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%] 81,2%
Planowane koszty całkowite [zł]		139 512,00	Premia termomodernizacyjna [zł] 21 458,40
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		10 729,20	
<p>*) dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku</p> <p>**) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii</p> <p>***) stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii</p>			

**Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora**

Dokumentacja projektowa:

- Inwentaryzacja na cele audytu

Inne dokumenty:

-

Data wizji lokalnej:

- 13.04.2019

Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy):

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku poprzez zabiegi termomodernizacji.
- Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie o wspieraniu termomodernizacji i remontów bądź innych środków wsparcia

Wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji:

Kwota wkładu własnego wynosi	nie określono	zł
Maksymalna kwota kredytu	nie określono	zł

#### 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

#### 4a. Ogólne dane o budynku

<b>Własność</b>	prywatna	spółdzielcza	x	komunalna
<b>Przeznaczenie budynku</b>	mieszkalny	x	mieszk-usługowy	inny
<b>Adres</b>	44-100 Gliwice, ul. Wróblewskiego 31			
<b>Budynek</b>	wolnostojący	segmentowy		x
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny		x

Rok budowy		1905					
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	żelbetowa	X tradycyjna	ramowa
szkieletowa		inna, jaka:		Uprzemysłowiona			
1	Powierzchnia zabudowana <sup>1)</sup> [m <sup>2</sup> ]	100,9	11	Liczba klatek schodowych	1		
2	Kubatura budynku <sup>2)</sup> [m <sup>3</sup> ]	1 024	12	Liczba kondygnacji	2+1+1		
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggi i galerii [m <sup>3</sup> ]	441,2	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,70		
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań <sup>1)</sup> [m <sup>2</sup> ]	163,4	14	Liczba osób	3		
5	Pow. korytarzy i klatek [m <sup>2</sup> ]	-	15	Liczba mieszkań	3		
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m <sup>2</sup> ]	-	16	Liczba pom. o powierzchni <50 m <sup>2</sup>	1		
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m <sup>2</sup> ] <small>podać przeznaczenie pomieszczeń</small>	-	17	Liczba pom. o powierzchni 50-100 m <sup>2</sup>	2		
8	Powierzchnia lokali użytkowych i pomieszczeń ogrzewanych niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	-	18	Liczba pom. o powierzchni >100 m <sup>2</sup>	-		
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [m <sup>2</sup> ]	163,41	19	Liczba pom z WC w łazience	3		
10	Budynek podpiwniczony	tak	20	Liczba pom. z WC osobno	0		

<sup>1)</sup> wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków.Podział, określenia i zasady obmiaru

<sup>2)</sup> wg PN-ISO 9836 Właściwości użytkowe w budownictwie-Określanie i obliczanie wskaźników pow. i kubaturowych

#### 4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek mieszkalny wielorodzinny, będący jednym ze środkowych segmentów ciągu w zabudowie szeregowej. Posiada dwie kondygnacje nadziemne oraz poddasze użytkowe (mieszkanie). Budynek jest w całości podpiwniczony, wykonany w technologii tradycyjnej. Ściany murowane z cegły pełnej obustronnie otynkowane. Strop nad piwnicą ceramiczny. Dach dwuspadowy z jasekółkami o konstrukcji drewnianej, kryty dachówką.

Stolarka okienna w większości wymieniona na PCW, ale są też okna starsze. Drzwi wejściowe aluminiowe, stosunkowo nowe.

#### 4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	$q_{moc}$ [kW]	22,26
2.	Moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	$q$ [kW]	27,16
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	$Q_H$ [GJ]	183,52
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m <sup>3</sup> a]	115,54
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	$Q_S$ [GJ]	403,3
6.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0,00
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	32,00
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,00

#### 4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Ogrzewanie indywidualne - piece węglowe.

#### 4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	C.w.u. przygotowywana indywidualnie w podgrzewaczach gazowych i elektrycznych
2.	Piony i ich izolacja	-
3.	Opomiarowanie	-
4.	Zużycie ciepłej wody w m <sup>3</sup> /m-c określone wg. pomiaru	-

#### 4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m <sup>3</sup> /h	268

## **5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku**

### **5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku**

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry.

Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika E sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym głównie z powodu braku izolacji termicznej ścian zewnętrznych oraz dachu. Stolarka okienna została częściowo wymieniona na nowszą z PCW, ale są też okna stare i nieszczelne. Drzwi zewnętrzne od frontu stosunkowo nowe, od podwórka stare drewniane.

## 5.2. System grzewczy

Ogrzewanie indywidualne - piece węglowe.

## 5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

C.w.u. przygotowywana indywidualnie w podgrzewaczach gazowych i elektrycznych

## 5.4. Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<p><b>Przegrody zewnętrzne</b> mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła <math>U</math> [<math>W/m^2K</math>]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ściany zewnętrzne <math>U = 1,43</math></li> <li>- podłoga w piwnicy <math>U = 0,39</math></li> <li>- dach <math>U = 2,13</math></li> <li>- strop nad piwnicą <math>U = 1,16</math></li> </ul>	<p>Docieplić przegrody zewnętrzne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dla ścian <math>U \leq 0,20</math></li> <li>- dla stropu poddasza <math>U \leq 0,15</math></li> <li>- dla stropu nad piwnicą <math>U \leq 0,25</math></li> </ul>
2	<p><b>Okna</b> -</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>nowe z PCW <math>U = 1,90</math></li> <li>stare <math>U = 3,60</math></li> <li>Drzwi nowe <math>U = 2,60</math></li> </ul>	<p>Wymiana starych okien na nowe, szczelne i o lepszych parametrach izolacyjnych.</p>
3	<p><b>Wentylacja grawitacyjna</b> -</p> <p>Wentylacja działa poprawnie, nie stwierdza się nadmiernego napływu zimnego powietrza w okresie zimowym.</p>	<p>Nie przewiduje się modernizacji.</p>
4	<p><b>Instalacja centralnego ogrzewania</b> -</p> <p>indywidualne, miejscowe - piece węglowe i gazowe.</p>	<p>Budowa centralnej instalacji ogrzewania wraz z przyłączem do miejskiej sieci ciepłowniczej.</p>
5	<p><b>Instalacja ciepłej wody użytkowej</b> -</p> <p>C.w.u. przygotowywana indywidualnie w podgrzewaczach gazowych i elektrycznych</p>	<p>Centralizacja instalacji cwu wraz z przyłączeniem do nowobudowanego węzła cieplnego.</p>

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych.
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez dach	Ocieplenie dachu
3.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie i infiltrację przez drzwi i okna zewnętrzne	Wymiana drzwi i okien na nowe.
4.	Poprawa efektywności energetycznej instalacji ogrzewania i ciepłej wody użytkowej.	Budowa instalacji centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej wraz z przyłączeniem do miejskiej sieci ciepłowniczej.

## 7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonują się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne.
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
$t_{wo}$		20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{zo}$		-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
$S_d$	dla przegród zewnętrznych	3 797,8	3 797,8	dzień K'a
	dla stropu piwnic ***	3 085,8	3 085,8	dzień K'a
dla ogrzewania węglowego **				
$O_{0m}, O_{1m}$		0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z}$		32,00	32,00	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1}$ opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	zł/m-c
dla ogrzewania gazowego **				
$O_{0m}, O_{1m}$		0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z}$		45,00	45,00	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1}$ opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	zł/m-c
dla ogrzewania elektrycznego **				
$O_{0m}, O_{1m}$		0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z}$		150,00	150,00	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1}$ opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	zł/m-c
dla ciepła sieciowego **				
$O_{0m}, O_{1m}$		0,00	12 568,81	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z}$		0,00	41,43	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1}$ opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	zł/m-c

\* liczbę stopniodni przyjęto dla Katowic.

\*\* Przyjęto ceny na podstawie średnich cen rynkowych

\*\*\* Liczbę stopniodni dla stropu poddasza przyjęto jak dla przegrody zewnętrznej z uwagi na nieocieplony dach. Dla piwnic przyjęto temperaturę 6,1 stopni na podstawie bilansu cieplnego.

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	76,24 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A <sub>kosz</sub>	=	90,00 m <sup>2</sup>
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych w systemie ETICS na bazie styropianu o współczynniku przewodności $\lambda = 0,031 \text{ W/mK}$ .						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymaganiom WT2017						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	m <sup>2</sup> K/W		3,89	4,53	5,18
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> K/W	0,70	4,59	5,23	5,88
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	35,7	5,5	4,8	4,3
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,004	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12 \cdot (y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_m - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_m) + 12 \cdot (Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		969	991	1 007
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		210,00	220,00	230,00
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		18 900	19 800	20 700
9	SPBT= $N_U/\Delta O_{ru}$	lata		19,5	20,0	20,5
10	$U_0, U_1$	W/m <sup>2</sup> K	1,43	0,22	0,19	0,17
Podstawa przyjętych wartości $N_U$						
Cenę jednostkową 1m <sup>2</sup> docieplenia ściany przyjęto wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 18 900 zł		SPBT= 19,5 lat		

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	127,31 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A <sub>kosz</sub>	=	136,00 m <sup>2</sup>
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie dachu wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła 0,045 W/mK.						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymogom WT2017						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,25	0,27	0,29
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m <sup>2</sup> ·K/W		5,56	6,00	6,44
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> ·K/W	0,47	6,02	6,47	6,91
4	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·Sd·A/R	GJ/a	89,2	6,9	6,5	6,0
5	q <sub>0U</sub> , q <sub>1U</sub> = 10 <sup>-6</sup> ·A/(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )/R	MW	0,011	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (x <sub>0</sub> ·Q <sub>0U</sub> ·O <sub>0z</sub> - x <sub>1</sub> ·Q <sub>1U</sub> ·O <sub>1z</sub> ) + 12·(y <sub>0</sub> ·q <sub>0U</sub> ·O <sub>0m</sub> - y <sub>1</sub> ·q <sub>1U</sub> ·O <sub>1m</sub> ) + 12·(Ab <sub>0</sub> - Ab <sub>1</sub> )	zł/a		2 632	2 647	2 660
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		225,00	235,00	245,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		30 600	31 960	33 320
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		11,6	12,1	12,5
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	2,13	0,17	0,15	0,14
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m <sup>2</sup> wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 30 600 zł		SPBT= 11,6 lat		

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop nad piwnicą		
Dane:      powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A      = 100,90    m <sup>2</sup> A <sub>kosz</sub> = 100,90    m <sup>2</sup>		
Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie stropu nad piwnicą z użyciem styropianu o współczynniku przewodności λ = 0,031 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymogom WT2021 wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,10	0,12	0,14
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m <sup>2</sup> K/W		3,23	3,87	4,52
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> K/W	0,86	4,09	4,73	5,38
4	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·S <sub>d</sub> ·A/R	GJ/a	31,3	6,6	5,7	5,0
5	q <sub>0U</sub> , q <sub>1U</sub> = 10 <sup>-6</sup> · A/(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )/R	MW	0,005	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (x <sub>0</sub> ·Q <sub>0U</sub> ·O <sub>0z</sub> - x <sub>1</sub> ·Q <sub>1U</sub> ·O <sub>1z</sub> )+12*(y <sub>0</sub> ·q <sub>0U</sub> ·O <sub>m</sub> - y <sub>1</sub> ·q <sub>1U</sub> ·O <sub>m</sub> )+12*(Ab <sub>0</sub> -Ab <sub>1</sub> )	zł/a		790	819	841
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		180,00	190,00	200,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		18 162	19 171	20 180
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		23,0	23,4	24,0
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	1,16	0,24	0,21	0,19
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>  Cenę jednostkową 1m <sup>2</sup> docieplenia stropu przyjęto wg średnich cen rynkowych. Cena obejmuje również wykonanie wykopów wokół budynku.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 18 162 zł		SPBT= 23,0 lat		

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji.				Przedsięwzięcie		
				wymiana nowych drzwi zewnętrznych		
Dane: powierzchnia drzwi $A_d = 4,2 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi \cdot C_m = 6 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1,00$ $V_{obl} = \Psi \cdot C_m$						
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę nowszych drzwi zewnętrznych						
wariant 1: wymiana drzwi na nowe				$U = 1,3$	$a = 0,2$	
wariant 2: wymiana drzwi na nowe				$U = 1,1$	$a = 0,2$	
wariant 3: wymiana drzwi na nowe				$U = 0,9$	$a = 0,2$	
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania drzwi $U$	W/m <sup>2</sup> ·K	2,60	1,30	1,10	0,90
3	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$C_r$	1,00	1,00	1,00	1,00
		$C_m$	1,00	1,00	1,00	1,00
4	$Q_0, Q_1 = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_d \cdot U, Q_1 = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	3,6	1,8	1,5	1,2
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	0,7	0,7	0,7	0,7
6	$Q_0, Q_1 = (3) + (4),$	GJ/a	4,2	2,5	2,2	1,9
7	$q_0, q_1 = 10^{-6} \cdot A_d \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U, q_1 = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,0004	0,0002	0,0002	0,0002
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
9	$q_0, q_1 = (6) + (7),$	MW	0,0005	0,0003	0,0003	0,0002
10	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		57	66	75
11	Koszt wymiany lub zamurowania drzwi $N_d$	zł		7 106	7 942	9 614
12	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		-	-	-
13	$SPBT = (N_d + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		124,50	120,60	128,80
Podstawa przyjętych wartości $N_U$						
Ceny jednostkowe wymiany 1m <sup>2</sup> drzwi przyjęto wg średnich cen rynkowych. Z uwagi na bardzo długi okres zwrotu wariantu dalej nie analizuje się.						
wariant 1: wymiana drzwi ( $U=1,3$ )				$4,2 \text{ m}^2 \text{ drzwi} \cdot 1700 \text{ zł/m}^2 =$	7 106 zł	
wariant 2 : wymiana drzwi ( $U=1,1$ )				$4,2 \text{ m}^2 \text{ drzwi} \cdot 1900 \text{ zł/m}^2 =$	7 942 zł	
wariant 3 : wymiana drzwi ( $U=0,9$ )				$4,2 \text{ m}^2 \text{ drzwi} \cdot 2300 \text{ zł/m}^2 =$	9 614 zł	
Wybrany wariant : -		Koszt : -	zł	SPBT=	-	lat

Przedsięwzięcie			
wymiana okien zewnętrznych z PCW			

  

<b>7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji.</b>			
<p>Dane: powierzchnia okien <math>A_{ok} = 25,6 \text{ m}^2</math>  <math>V_{nom} = \psi \cdot A_{ok} = 170 \text{ m}^3/\text{h}</math>  <math>C_w = 1,00</math>  <math>V_{obl} = \psi \cdot C_m</math></p>			
<p><b>Opis wariantów usprawnienia</b></p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę okien zewnętrznych z PCW</p> <p>wariant 1: wymiana okien na nowe z PCW <math>U = 0,9</math> <math>a = 0,8</math></p> <p>wariant 2: wymiana okien na nowe z PCW <math>U = 0,8</math> <math>a = 0,8</math></p> <p>wariant 3: wymiana okien na nowe z PCW <math>U = 0,7</math> <math>a = 0,8</math></p>			

  

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien $U$	$W/m^2 \cdot K$	1,90	0,90	0,80	0,70
3	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$C_r$	1,00	1,00	1,00	1,00
		$C_m$	1,00	1,00	1,00	1,00
4	$Q_0, Q_1 = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U, Q_1 = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	15,9	7,6	6,7	5,9
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	19,0	19,0	19,0	19,0
6	$Q_0, Q_1 = (3) + (4),$	GJ/a	35,0	26,6	25,7	24,9
7	$q_0, q_1 = 10^{-6} \cdot A_d \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U, q_1 = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0019	0,0079	0,0008	0,0007
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023
9	$q_0, q_1 = (6) + (7),$	MW	0,0043	0,0092	0,0031	0,0030
10	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		268	295	322
11	Koszt wymiany lub zamurowania okien $N_{ok}$	zł		40 912	51 140	63 925
12	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		-	-	-
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		152,40	173,20	198,40

  

**Podstawa przyjętych wartości  $N_u$**

Ceny jednostkowe wymiany  $1 \text{ m}^2$  okien przyjęto wg średnich cen rynkowych. Ze względu na bardzo długi okres zwrotu niniejsze przedsięwzięcie uznaje się za nieopłacalne i nie rozpatruje dalej.

wariant 1: wymiana okien ( $U=0,9$ )	$25,6 \text{ m}^2 \text{ okien} \cdot 1600 \text{ zł/m}^2 =$	40 912 zł
wariant 2 : wymiana okien ( $U=0,8$ )	$25,6 \text{ m}^2 \text{ okien} \cdot 2000 \text{ zł/m}^2 =$	51 140 zł
wariant 3 : wymiana okien ( $U=0,7$ )	$25,6 \text{ m}^2 \text{ okien} \cdot 2500 \text{ zł/m}^2 =$	63 925 zł

  

Wybrany wariant : -	Koszt : - zł	SPBT= - lat
---------------------	--------------	-------------

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji.				Przedsięwzięcie		
				wymiana okien starych		
Dane: powierzchnia drzwi $A_d = 3,36 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi \cdot C_w = 5 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1,00$ $V_{obl} = \Psi \cdot C_m$						
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę starych okien zewnętrznych						
wariant 1: wymiana okien na nowe				U= 0,9	a= 0,6	
wariant 2: wymiana okien na nowe				U= 0,8	a= 0,6	
wariant 3: wymiana okien na nowe				U= 0,7	a= 0,6	
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m²K	3,60	0,90	0,80	0,70
3	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	1,30	1,00	1,00	1,00
		Cm	1,50	1,00	1,00	1,00
4	$Q_0, Q_1 = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$ , $Q_1 = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	4,0	1,0	0,9	0,8
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	0,7	0,5	0,5	0,5
6	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$ ,	GJ/a	4,7	1,5	1,4	1,3
7	$q_0, q_1 = 10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$ , $q_1 = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0005	0,0001	0,0001	0,0001
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
9	$q_0, q_1 = (6) + (7)$ ,	MW	0,0006	0,0002	0,0002	0,0002
10	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		100	104	107
11	Koszt wymiany lub zamurowania okien $N_{ok}$	zł		5 376	6 720	8 400
12	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		-	-	-
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		53,50	64,70	78,20
Podstawa przyjętych wartości $N_U$						
Ceny jednostkowe wymiany 1m² okien przyjęto wg średnich cen rynkowych.						
wariant 1: wymiana okien (U=0,9)				3,4 m² okien* 1600 zł/m² =	5 376 zł	
wariant 2 : wymiana okien (U=0,8)				3,4 m2 okien* 2000 zł/m² =	6 720 zł	
wariant 3 : wymiana okien (U=0,7)				3,4 m2 okien* 2500 zł/m² =	8 400 zł	
Wybrany wariant : 1		Koszt :	5 376 zł	SPBT=	53,5	lat

### 7.2.8 Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Dane:  $Q_{oco} = 183,52 \text{ GJ/a}$ 
 $w_{t0} = 1,00$ 
 $w_{d0} = 1,00$ 
 $\eta_0 = 0,46$ 

Przewiduje się budowę instalacji centralnego ogrzewania i przyłączenie jej do nowej kotłowni, w tym montaż przewodów instalacji wraz z armaturą, montaż grzejników wraz z zaworami termostatycznymi P-1K, regulację hydrauliczną instalacji. Przewiduje się podłączenie instalacji do miejskiej sieci ciepłowniczej poprzez wymiennikownię w budynku.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wykonaniem modernizacji.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła	$\eta_w = 0,65$	$\eta_w = 0,98$
2	przesyłanie ciepła	$\eta_p = 1,00$	$\eta_p = 0,90$
3	regulacja systemu ogrzewania	$\eta_r = 0,70$	$\eta_r = 0,89$
4	akumulacja ciepła	$\eta_e = 1,00$	$\eta_o = 1,00$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,46$	$\eta = 0,78$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia -	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby -	$w_d = 1,00$	$w_d = 0,95$

#### Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Opis	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta$	-	0,455	0,785
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych $w_t$	-	1,00	1,00
3	Uwzględnienie przerw dobowych i podzielników kosztów $w_d$	-	1,00	0,95
4	Całkowita oszczędność kosztów	zł/a		2 581,50
5	Koszt przedsięwzięcia $N_{co}$	zł		58 304
6	SPBT	lata		22,6

	ilość	koszt	cena
1. Przyjęto średnie ceny rynkowe wykonania instalacji wewnętrznej co względem 1 m2 powierzchni użytkowej	163,41	250 zł	40 852,50 zł
2. Regulacja hydrauliczna instalacji i regulacja źródła	1,00	10 000 zł	10 000,00 zł
3. Przyjęto koszt wymiennikowni i przyłącza	7,45	1 000 zł	7 451,00 zł
ŁĄCZNIE:			58 303,50 zł

**7.2.9. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu przygotowania ciepłej wody**Dane:  $Q_{oco} = 16,19 \text{ GJ/a}$  $\eta_o = 0,67$ 

Przewiduje się budowę centralnej instalacji ciepłej wody użytkowej wraz z podłączeniem do kotłowni opisanej w punkcie poprzednim.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wykonaniem modernizacji.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła	$\eta_w = 0,91$	$\eta_w = 0,98$
2	przesyłanie ciepła	$\eta_p = 0,80$	$\eta_p = 0,80$
3	akumulacja ciepła	$\eta_r = 0,93$	$\eta_r = 0,93$
4	wykorzystanie ciepła	$\eta_e = 1,00$	$\eta_e = 1,00$
5	sprawnność całkowita systemu	$\eta = 0,67$	$\eta = 0,73$

**Ocena proponowanego przedsięwzięcia**

Lp.	Opis	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawnność całkowita systemu cwu $\eta$	-	0,670	0,725
2	Koszt przygotowania cwu	zł/rok	2 357,68	1 004,88
3	Całkowita oszczędność kosztów	zł/a		1 352,80
4	Koszt przedsięwzięcia $N_{co}$	zł		8 171
5	SPBT	lata		6,0

	ilość	koszt	cena
1. Budowa instalacji wewnętrznej cwu (w przeliczeniu na 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej)	163	50 zł	<b>8 170,50 zł</b>

7.2.10. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
0	Budowa instalacji centralnego ogrzewania i węzła ciepłego	58 304	22,6
1	Budowa instalacji ciepłej wody użytkowej wraz z przyłączeniem do węzła ciepłego	8 171	6,0
2	Ocieplenie dachu	30 600	11,6
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych	18 900	19,5
4	Ocieplenie stropu piwnic	18 162	23,0
5	Wymiana okien starych	5 376	53,5
<p><b>Uwagi:</b></p> <p>Modernizację systemu grzewczego rozpatruje się niezależnie od czasu zwrotu jako konieczną, gdyż tylko dzięki tej modernizacji jest możliwe osiągnięcie pełnego efektu z pozostałych usprawnień.</p>			

### 7.3. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a. określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- b. ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- c. wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

#### 7.3.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej zastosowano następujące skrótowe określenia usprawnień zestawionych w punkcie 7.3.3.

- instalacja co - budowa instalacji c.o. i węzła cieplnego
- instalacja cwu - centralizacja instalacji i przyłączenie do węzła cieplnego
- dach - ocieplenie dachu
- ściany zewnętrzne - ocieplenie ścian zewnętrznych
- strop piwnicy - ocieplenie stropu nad piwnicą
- okna stare - wymiana starych okien zewnętrznych

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

	Zakres	Nr wariantu				
		1	2	3	4	5
0	instalacja co	X	X	X	X	X
1	instalacja cwu	X	X	X	X	X
2	dach	X	X	X	X	
3	ściany zewnętrzne	X	X	X		
4	strop piwnicy	X	X			
5	okna stare	X				

7.3.2. Obliczenie oszczędności energii i kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego - całość								
Lp		Jedn.	stan istn.	wariant				
				1	2	3	4	5
1	Sezonowe zapotrzebowanie ciepła na ogrzewanie	$Q_{co}$	GJ	183,52	48,00	51,07	61,43	93,08
2	Zapotrzebowanie mocy na ogrzewanie	$q_{co}$	kW	22,26	7,45	7,81	8,53	12,19
3	Udział źródeł ciepła	%	-	100,0%				
				0,0%				
				0,0%				
4	Sprawność systemu ogrzewania $\eta = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s$	$\eta$	-	0,46	0,78	0,78	0,78	0,78
				0,67				
				0,69				
5	Współczynnik przerw dobowych	$w_d$	-	1,00	0,95	0,95	0,95	0,95
				1,00				
				1,00				
6	Współczynnik przerw tygodniowych	$w_t$	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
7	Sezonowe zapotrzeb. ciepła na ogrzewanie z uwzgl. spraw. systemu	$O_{co}$	GJ	403,34	58,09	61,81	74,34	112,65
				0,00				
				0,00				
				403,34	58,09	61,81	74,34	112,65
8	Roczny koszt ciepła na ogrzewanie i ciepłą wodę	$O_{co}$	zł	16 027,58	5 298,38	5 507,06	6 134,95	8 272,68
9	Zapotrzebowanie ciepła dla cwu z uwzgl. sprawności	$Q_{cw}$	GJ	24,18	22,33	22,33	22,33	24,18
10	Zapotrzebowanie mocy na c.w.u	$q_{cw}$	kW	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90
11	Sumaryczne zużycie ciepła na ogrzewanie i ciepłą wodę	$Q$	GJ	427,52	80,42	84,14	96,67	134,98
12	Procentowa oszczędność ciepła w stosunku do stanu istniejącego	$\Delta Q/Q$	%	-	81,2%	80,3%	77,4%	68,4%
13	Sumaryczne zapotrzebowanie mocy	$q$	kW	27,16	12,35	12,71	13,43	17,09
14	Oszczędność kosztu w stosunku do stanu istniejącego	$\Delta Q_c$	zł	-	10 729,20	10 520,52	9 892,63	7 754,90
15	Koszt wykonania modernizacji	$N_w$	zł	-	139 512,00 zł	134 136,00 zł	115 974,00 zł	97 074,00 zł
16	Koszt audytu i inne koszty	$N_a$	zł	-	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
17	Koszt całkowity	$N$	zł	-	139 512,00 zł	134 136,00 zł	115 974,00 zł	97 074,00 zł

## 7.3.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego - całość

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Optymalna kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
1.	2.	[zł]	[zł]	[%]	[zł, %] [zł, %]	[zł]	[zł]	[zł]
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• instalacja co</li> <li>• instalacja cwu</li> <li>• dach</li> <li>• ściany zewnętrzne</li> <li>• strop piwnicy</li> <li>• okna stare</li> </ul>	139 512,00	10 729,20	81,2%	0,00 0% 139 512,00 100%	27 902,40	22 321,92	21 458,40
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• instalacja co</li> <li>• instalacja cwu</li> <li>• dach</li> <li>• ściany zewnętrzne</li> <li>• strop piwnicy</li> </ul>	134 136,00	10 520,52	80,3%	0,00 0% 134 136,00 100%	26 827,20	21 461,76	21 041,04
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• instalacja co</li> <li>• instalacja cwu</li> <li>• dach</li> <li>• ściany zewnętrzne</li> </ul>	115 974,00	9 892,63	77,4%	0,00 0% 115 974,00 100%	23 194,80	18 555,84	19 785,27
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• instalacja co</li> <li>• instalacja cwu</li> <li>• dach</li> </ul>	97 074,00	7 754,90	68,4%	0,00 0% 97 074,00 100%	19 414,80	15 531,84	15 509,81
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• instalacja co</li> <li>• instalacja cwu</li> </ul>	66 474,00	347,62	42,4%	0,00 0% 66 474,00 100%	13 294,80	10 635,84	695,24

## 8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

### 8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

- 1 Budowa instalacji centralnego ogrzewania, w tym montaż przewodów wraz z armaturą, grzejników wraz z zaworami termostatycznymi P-1K. Przyłączenie budynku do miejskiej sieci ciepłowniczej poprzez wymiennikownię i podłączenie instalacji centralnego ogrzewania. Regulacja hydrauliczna instalacji.
- 2 Ocieplenie ścian ścian zewnętrznych w systemie ETICS na bazie styropianu o grubości 12 cm ( $\lambda \leq 0,031$ ).
- 3 Ocieplenie dachu wełną mineralną o grubości 25 cm ( $\lambda \leq 0,045$ ).
- 4 Ocieplenie stropu piwnic na bazie styropianu o grubości 10 cm ( $\lambda \leq 0,031$ ). Dopuszcza się stosowanie innych materiałów pod warunkiem zachowania parametrów izolacyjnych wskazanych w audycie.
- 5 Wymiana starych okien na nowe o  $U=0,90$ .
- 6 Budowa instalacji ciepłej wody użytkowej wraz z przyłączeniem jej do nowobudowanego węzła ciepłego.

### 8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	139 512,00 zł
Kredyt bankowy:	139 512,00 zł
premia termomodernizacyjna wyniesie:	21 458,40 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT	13,0 lat

### 8.3. Koszt ogrzewania 1 m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej

a) dla stanu istniejącego

$$O_{0co} = 16\,027,58 \text{ zł}$$

$$K_{0co} = O_{0co} / (P \cdot 12) = 8,17 \text{ zł}$$

b) dla stanu po modernizacji

$$O_{1co} = 5\,298,38 \text{ zł}$$

$$K_{1co} = O_{1co} / (P \cdot 12) = 2,70 \text{ zł}$$

### 8.4. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej.
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót.
3. Realizacja robót i odbiór techniczny.
4. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym).

## ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1    Obliczenie współczynników przenikania przegród.
- Załącznik 2    Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego.
- Załącznik 3    Określenie sprawności poszczególnych systemów grzewczych oraz procentowy udział źródeł ciepła.
- Załącznik 4    Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania c.w.u.
- Załącznik 5    Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie.

## Załącznik 1

## Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Nr	typ	Opis warstw	Grubość m	$\lambda$ W/m <sup>2</sup> *K	R m <sup>2</sup> *K/W	U, ΔU, U <sub>k</sub> W/m <sup>2</sup> *K
1	ściany zewnętrzne	tynek cem-wap	0,015	0,820	0,02	U = 1,43
		cegła pełna	0,380	0,770	0,49	
		tynek cem-wap	0,015	0,820	0,02	
		$R_{si}+R_{se}$			0,17	
					<b>0,70</b>	
2a	strop nad piwnicą	wylewka	0,050	1,050	0,05	U = 1,16
		płyty pilśniowe	0,010	0,050	0,20	
		strop ceramiczny	0,240	-	0,26	
		tynek cem-wap	0,010	0,820	0,01	
		$R_{si}+R_{se}$			0,34	
					<b>0,86</b>	
2b	podłoga w piwnicy	chudy beton	0,200	1,050	0,19	U = 0,39
		papa	0,010	0,180	0,06	
		gruzobeton	0,200	1,000	0,20	
		żwir / grunt	0,150	0,900	0,17	
		$R_g$ opór równoważny			1,96	
					<b>2,57</b>	
3	dach	dachówka	0,010	0,820	0,01	U = 2,13
		warstwa powietrza	0,160	-	0,16	
		deskowanie	0,025	0,160	0,16	
		$R_{si}+R_{se}$			0,14	
					<b>0,47</b>	

**Załącznik nr 2**

**Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego**

Lp.	Pomieszczenia	Liczba pomieszczeń, lub kubatura m <sup>3</sup>	Norma, m <sup>3</sup> /h lub krotność wymian h <sup>-1</sup>	Stumień powietrza wentylacyjnego, m <sup>3</sup> /h
1	2	3	4	5
1	Część mieszkalna	441,20	0,50	220,60
Razem budynek				220,60
3	Piwnice	157,90	0,30	47,37
Ogółem			$\Psi =$	267,97

**Załącznik 3**

**Określenie poszczególnych sprawności systemów grzewczych i procentowego udziału źródeł ciepła w stanie istniejącym**

		ogrzewanie węglowe	ogrzewanie gazowe	ogrzewanie elektryczne
1.	Sprawność wytwarzania $\eta_g$	0,65	0,87	0,99
2.	Sprawność przesyłania $\eta_d$	1,00	1,00	1,00
3.	Sprawność regulacji $\eta_e$	0,70	0,77	0,70
4.	Sprawność akumulacji $\eta_s$	1,00	1,00	1,00
	Sprawność instalacji $\eta = \eta_w * \eta_p * \eta_r * \eta_e$	<b>0,46</b>	<b>0,67</b>	<b>0,69</b>
5.	Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia $w_t$	1,00	1,00	1,00
6.	Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	1,00	1,00	1,00
7.	procentowy udział źródeł ciepła	100%	0%	0%
8.	zapotrzebowanie ciepła $Q_H$ GJ/a	183,52	0,00	0,00
9.	zapotrzebowanie ciepła $Q_H \cdot w_d \cdot w_t / \eta$ GJ/a	403,34	0,00	0,00
	<b>SUMA =</b>	<b>403,34</b>		

**Załącznik nr 4**

$$Q_{w,nd} = V_{wi} * A_f * c_w * \rho_w * (\theta_{cw} - \theta_o) * k_R * t_{UZ} / (1000 * 3600)$$

**Kwh/rok**

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym			
1	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę na jednostkę powierzchni	$V_{wi} =$	1,6 $\text{dm}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{doba}$
2	Powierzchnia użytkowa	$A_f =$	163 $\text{m}^2$
3	czas użytkowania	$t_{UZ} =$	365,00 doby
4	mnożnik korekcyjny dla temperatury ciepłej wody innej niż 55°C	$k_R =$	0,90 -
5	ciepło właściwe wody	$c_w =$	4,19 $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
6	gęstość wody	$\rho_w =$	1 000,00 $\text{kg}/\text{m}^3$
7	temperatura ciepłej wody w zaworze czerpalnym	$\theta_{cw} =$	55 °C
8	temperatura wody zimnej	$\theta_o =$	10,00 °C
9	Zapotrzebowanie na ciepło użytkowe	$Q_{w,nd} =$	4 498,40 $\text{kWh}/\text{rok}$ $Q_{w,nd} =$ 16,19 $\text{GJ}$
10	Sprawność instalacji c.w.u.	$\eta_{w, \text{tot}} = \eta_g * \eta_d * \eta_s * \eta_e =$	0,67 -
11	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową	$Q_{K,W} = Q_{w,nd} / \eta_{w, \text{tot}} =$	6 717,04 $\text{kWh}/\text{rok}$ 24,18 $\text{GJ}$
12	Średnie dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku	$V_{dsred} = L_i * V_{cw} =$	0,261456 $\text{m}^3/\text{d}$
13	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu	$V_{hsred} = V_{dsred} / 18 =$	0,01 $\text{m}^3/\text{h}$
14	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 $\text{m}^3$ wody	$Q_{cwj} = c_w * \rho_w * (\theta_{cw} - \theta_o) / (\eta_g * \eta_d) =$	0,28 $\text{GJ}/\text{m}^3$
15	Max. moc cieplna	$q_{cw} = V_{hsred} * Q_{cwj} * k_t * N_h * 278 =$	4,90 $\text{kW}$
16	Roczne zużycie cwu	$V_{cw} = V_{dsred} * 328,5 =$	95,4 $\text{m}^3$
17	Koszt przygotowanie cwu		2 357,68 zł
18	Koszt wody zimnej przy cenie 8,0 zł	$V_{cw} * 8,0 =$	763,00 zł
19	Sumaryczny koszt roczny cwu		3 120,68 zł
20	Średni koszt 1 $\text{m}^3$ cwu		32,70 zł/ $\text{m}^3$

Sprawność wytwarzania  
Sprawność przesyłu (dystrybucji)  
Sprawność akumulacji  
Sprawność wykorzystania  
Udział źródła  
współczynnik nierównomierności

	podgrzewacze gazowe	podgrzewacze elektryczne	średnia
$\eta_g =$	0,85	0,96	0,91
$\eta_d =$	0,80	0,80	0,80
$\eta_s =$	1,00	0,85	0,93
$\eta_e =$	1,00	1,00	1,00
	0,50	0,50	1,00
$N_h =$	7,13		

**Załącznik nr 5**

**Wyniki zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu  
Aquatherm - Polska OZC - cały budynek**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła $Q_H$ , GJ/a
1	7,45	48,00
2	7,81	51,07
3	8,53	61,43
4	12,19	93,08
5	22,26	183,52
<b>stan istniejący</b>	<b>22,26</b>	<b>183,52</b>

Moc cieplna obliczona wg. Normy PN - EN 12831:2006

Zapotrzebowanie na ciepło obliczona wg. Normy PN-EN ISO 13790:2009